

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 956 950 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
17.11.1999 Patentblatt 1999/46

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **B41F 13/08**, F16F 15/00

(21) Anmeldenummer: **99109654.6**

(22) Anmeldetag: **15.05.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorität: **15.05.1998 DE 19821854**

(71) Anmelder:  
**Eras Entwicklung und Realisation adaptiver  
Systeme GmbH  
37085 Göttingen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Wimmel, Roger  
37124 Rosdorf (DE)**

• **Gnauert, Uwe Dr.  
37083 Göttingen (DE)**  
• **Grabow, Frank  
34119 Kassel (DE)**  
• **Fehren, Heinrich Dr.  
34127 Kassel (DE)**  
• **Siebold, Hubertus  
37124 Rosdorf (DE)**  
• **Wenzel, Michael Dr.  
37120 Bovenden (DE)**

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Rehberg + Hüppe  
Am Kirschberge 22  
37085 Göttingen (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum aktiven Unterdrücken von Kontaktschwingungen an Walzenanordnungen**

(57) Zum aktiven Unterdrücken von Kontaktschwingungen an Walzenanordnungen (1), insbesondere an Papierstreichapparaten, mit zwei parallel ausgerichteten, direkt oder indirekt aneinander anliegenden Walzen (2 und 3), von denen insbesondere eine Walze (2) ohne aktives Unterdrücken der Kontaktschwingungen eine zunehmende periodische Verformung ihrer Oberfläche (6) zeigt, werden Kräfte auf mindestens eine Walze (3), Beschleunigungen mindestens einer Walze (3) und/oder Bewegungen mindestens einer Walze (3) der beiden Walzen (2 und 3) gemessen und Ausgleichskräfte in Abhängigkeit von den gemessenen Kräften, Beschleunigungen und/oder Bewegungen aufgebracht. Dabei wird die Drehfrequenz der Walze (2) mit der sich potentiell insbesondere verformenden Oberfläche (6) bestimmt und die Ausgleichskräfte mit dieser Drehfrequenz und/oder mindestens einem aus der Drehfrequenz generierten ganzzahligen Vielfachen der Drehfrequenz zwischen den beiden Walzen (2 und 3) aufgebracht.

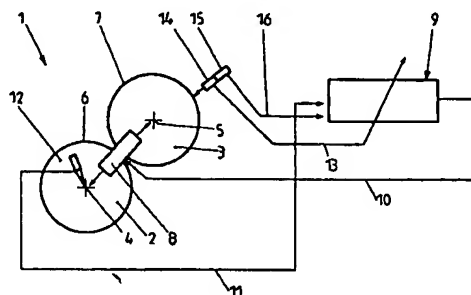


Fig. 1

EP 0 956 950 A1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum aktiven Unterdrücken von Kontaktschwingungen an Walzenanordnungen, insbesondere an Papierstreichapparaten, mit zwei parallel ausgerichteten, direkt oder indirekt aneinander anliegenden Walzen, von denen insbesondere eine ohne aktives Unterdrücken der Kontaktschwingungen eine zunehmende periodische Verformung ihrer Oberfläche zeigt, wobei die Kräfte auf mindestens eine, die Beschleunigungen mindestens einer und/oder die Bewegungen mindestens einer der beiden Walzen gemessen werden und wobei Ausgleichkräfte in Abhängigkeit von den gemessenen Kräften, Beschleunigungen und/oder Bewegungen aufgebracht werden.

[0002] Bei verschiedensten Walzenanordnungen, insbesondere bei Papierstreichapparaten, mit zwei parallel ausgerichteten, direkt oder indirekt aneinander anliegenden Walzen treten Kontaktschwingungen auf, die beispielsweise durch Unwuchten oder Unrundheiten einer der beiden Walzen initiiert werden. Insbesondere wenn die Anregung oder eine ihrer Harmonischen in den Bereich einer Resonanz fällt, die sich auf die beiden Walzen auswirkt, nimmt die Amplitude der Kontaktschwingungen schnell störende Ausmaße an; oder es kommt zu einer Rückkopplung der Effekte der Kontaktschwingungen mit ihrer Anregung. Ein solcher Fall ist beispielsweise dann gegeben, wenn eine der beiden Walzen eine elastische, aus einem Elastomerwerkstoff ausgebildete Oberfläche aufweist, die aufgrund der Kontaktschwingungen verformt wird, wobei die verformte Oberfläche ihrerseits die Kontaktschwingungen weiter anregt. Verformungen der Oberfläche zeigen sich aber nicht nur bei Walzen mit elastischen, aus Elastomerwerkstoff ausgebildeten Oberflächen, sondern, wenn auch typischerweise nach längeren Zeiträumen, auch bei harten Walzen. Hier werden auf den Kontaktschwingungen beruhende dauerhafte Verformungen beobachtet, die als Rattermarken bezeichnet werden. Auch durch die Rattermarken vergrößern sich in der Folge die Amplituden der Kontaktschwingungen, bis die Walzen ausgetauscht werden müssen.

[0003] Ein Verfahren und eine Vorrichtung mit den eingangs beschriebenen Merkmalen sind aus der veröffentlichten PCT/EP96/03042 bekannt. Diese Anmeldung betrifft konkret die Verminderung der Biegeschwingungen von rotierenden Walzen, insbesondere bei Tiefdruck-Maschinen, in denen störende Schwingungen der Presseur-Walzen auftretenden können. Zur Verminderung der Biegeschwingungen wird vorgeschlagen, die durch Unwuchten und/oder zeitlich veränderliche, radial einwirkende Kräfte erzeugten Schwingungen und deren charakterisierende Parameter in einem breiten Frequenzband zu messen und diese Meßwerte zur Regelung und Ansteuerung von Aktuatoren zu verwenden, die die Schwingungen aktiv unterdrücken. Dabei soll die Regelung vorzugsweise

selbstoptimierend sein und bei sich verändernden Eigenfrequenzen die dafür geeigneten Ansteuerungssignale für die Aktuatoren berechnen. Bei den Aktuatoren selbst soll es sich um piezo-elektrische oder magnetostriktive oder hydraulische Einheiten handeln. Es fehlt aber an einer Offenbarung, wie ein entsprechendes Verfahren konkret durchgeführt werden soll bzw. wie eine entsprechende Vorrichtung konkret aufgebaut werden kann, damit die Verminderung der Biegeschwingungen tatsächlich erreicht wird.

[0004] Der Erfindung liegt demgemäß die Aufgabe zugrunde, ein konkretes Verfahren und eine konkrete Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art aufzuzeigen, mit denen das aktive Unterdrücken von Kontaktschwingungen an Walzenanordnungen tatsächlich möglich ist.

[0005] Bei dem Verfahren der eingangs beschriebenen Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Drehfrequenz der Walze mit der sich potentiell insbesondere verformenden Oberfläche bestimmt wird und daß die Ausgleichkräfte mit der Drehfrequenz und/oder mindestens einem aus der Drehfrequenz generierten ganzzahligen Vielfachen der Drehfrequenz zwischen den beiden Walzen aufgebracht werden. Bei dem neuen Verfahren ist eine Konzentration auf die Anregungen von Kontaktschwingungen gegeben, die von der Drehfrequenz der die sich insbesondere verformende Oberfläche aufweisenden Walze abhängen. Nur Anregungen mit dieser Drehfrequenz oder einem ganzzahligen Vielfachen der Drehfrequenz können zu den periodischen Verformungen der Oberfläche dieser Walze führen. Entsprechend können diese periodischen Verformungen der Oberfläche verhindert werden, wenn mit eben diesen Frequenzen aktiv in die Walzenanordnung eingegriffen wird. Gleichzeitig ist mit der Konzentration auf diese Frequenzen eine ganz konkrete Vorgehensweise festgelegt und eine grundsätzliche Beschränkung für den Aufwand des Verfahrens gegeben. Zunächst ist die Drehfrequenz der Walze mit der sich potentiell insbesondere verformenden Oberfläche zu bestimmen. Dies kann direkt durch einen Drehzahlgeber an der Walze erfolgen. Es ist aber auch möglich, beispielsweise die Drehzahl eines die Walze antreibenden Motors zu registrieren und hieraus die Drehfrequenz der Walze zu bestimmen. Aus der Drehfrequenz werden typischerweise einige wenige ganzzahlige Vielfache der Drehfrequenz ermittelt und mit eben diesen Frequenzen die Aktuatoren angesteuert. Das Anregungssignal ist dabei für jede dieser Frequenzen typischerweise eine reine Sinuswelle, deren Amplitude und Phase in Abhängigkeit von den an einer Walze registrierten Kräften, Beschleunigungen und/oder Bewegungen festgelegt wird. Dabei kann sich der Regelalgorithmus, der die Kräfte, Beschleunigungen bzw. Bewegungen als Kontrollsignal verwendet, nach einem Try-and-error-Verfahren schrittweise an die Walzenanordnung adaptieren, d. h. selbsttätig optimieren.

[0006] Vorzugsweise werden in einer der Walze mit der sich potentiell insbesondere verformenden Oberfläche abgekehrten Richtung die Kräfte auf, die Beschleunigungen der und/oder die Bewegungen der anderen Walze gemessen. Das heißt, die Kräfte, Beschleunigungen bzw. Bewegungen werden an der Walze festgestellt, deren Oberfläche sich nicht oder zumindest weniger verformt als die Oberfläche der anderen Walze. Dies entspricht der Aufzeichnung der Reaktionen auf die jeweiligen Anregungen der Kontaktschwingungen.

[0007] Diese Reaktionen sind häufig besonders groß in der Walzenmitte der betrachteten Walze, so daß dort auftretende Beschleunigungen und/oder Bewegungen vorzugsweise gemessen werden. Kräfte sind an dieser Stelle in aller Regel nicht ohne weiteres abgreifbar.

[0008] Bei der Betrachtung der Kräfte, Beschleunigungen bzw. Bewegungen an der jeweiligen Walze für die Festlegung der Ausgleichskräfte findet vorzugsweise eine Beschränkung auf ein Frequenzband um die Frequenz der potentiellen periodischen Verformung der Walze mit der sich potentiell insbesondere verformenden Oberfläche statt. Es ist sinnvoll, die Betrachtung der Kräfte, Beschleunigungen bzw. Bewegungen auf die Frequenzen zu konzentrieren, in denen tatsächlich ein Eingriff in die Walzenanordnung mit den Ausgleichskräften erfolgen soll.

[0009] Ganz konkret werden die Ausgleichskräfte sinnvollerweise mit ein bis fünf, insbesondere mit ein, drei oder fünf verschiedenen ganzzahligen Vielfachen der Drehfrequenz der Walze mit der sich potentiell verformenden Oberfläche aufgebracht. Dabei liegen die ganzzahligen Vielfachen der Drehfrequenz in einem Frequenzband um die Frequenz der potentiellen periodischen Verformung der Walze mit der sich potentiell insbesondere verformenden Oberfläche. Die interessierenden ganzzahligen Vielfachen der Drehfrequenz zeigen sich in den beobachteten Kräften, Beschleunigungen bzw. Bewegungen in Form von ausgeprägten Peaks. Bei der Erfindung wird die Frequenz dieses Peaks jedoch nicht unmittelbar für die Festlegung der Frequenz der Ausgleichskräfte herangezogen. Die Peaks legen zwar fest, welche ganzzahligen Vielfache der Drehfrequenz für die Ausgleichskräfte verwendet werden. Diese ganzzahligen Vielfache der Drehfrequenz werden aber unmittelbar aus der Drehfrequenz generiert. Die Phase und die Amplitude der Ausgleichskräfte werden dann wiederum aus den gemessenen Kräften, Beschleunigungen bzw. Bewegungen festgelegt. Eine Beschränkung der Ausgleichskräfte auf ein ganzzahliges Vielfaches der Drehfrequenz ist möglich, wenn eine sich auf die Walzenanordnung auswirkenden Resonanz nur mit diesem Vielfachen der Drehfrequenz eine nennenswerte Überdeckung aufweist. Fallen mehrere ganzzahlige Vielfache in den Bereich der Resonanz, sind entsprechend noch die ersten und/oder zweiten Nachbarn der im wesentlichen betroffenen Frequenz zu berücksichtigen.

[0010] Die Ausgleichskräfte werden vorzugsweise

senkrecht zu dem Anlagebereich der beiden Walzen aufgebracht, d. h. beispielsweise zwischen den endseitigen Lagern der beiden Walzen. An den Lagern kann grundsätzlich auch die Messung der interessierenden Kräfte, Beschleunigungen und/oder Bewegungen für die Festlegung der Ausgleichskräfte erfolgen.

[0011] Wenn die potentiell auftretenden Kontaktschwingungen einen asymmetrischen Verlauf bezogen auf die Quermitttelebene der Walzenanordnung aufweisen, können die Kräfte auf, die Beschleunigung der und/oder die Bewegung der jeweiligen Walze für die Festlegung der Ausgleichskräfte in mehreren, in Längsrichtung der Walze untereinander beabstandeten Punkten gemessen werden, wobei in Abhängigkeit davon in mehreren in Längsrichtung der Walzen untereinander beabstandeten Bereichen separat festgelegte Ausgleichskräfte aufgebracht werden. Bei symmetrischen Kontaktschwingungen reicht es hingegen aus, die Ausgleichskräfte einheitlich festzulegen, auch wenn sie in unterschiedlichen Bereichen, beispielsweise an beiden endseitigen Lagern, auf die Walzen aufgebracht werden. Dabei kann die Beobachtung der Kräfte, Beschleunigungen und/oder Bewegungen durchaus in einer außermittigen Position erfolgen.

[0012] Eine Vorrichtung zur Durchführung des neuen Verfahrens mit einer Walzenanordnungen, die zwei parallel ausgerichtete, direkt oder indirekt aneinander anliegende Walzen aufweist, von denen insbesondere eine ohne aktives Unterdrücken der Kontaktschwingungen eine zunehmende periodische Verformung ihrer Oberfläche zeigt, wobei für die Kräfte auf mindestens eine, die Beschleunigungen mindestens einer und/oder die Bewegungen mindestens einer der beiden Walzen mindestens ein Sensor vorgesehen ist und wobei für das Aufbringen von Ausgleichskräften mindestens ein Aktuator vorgesehen ist, den eine Steuereinrichtung in Abhängigkeit von den gemessenen Kräften, Beschleunigungen und/oder Bewegungen ansteuert, ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß für die Walze mit der sich potentiell insbesondere verformenden Oberfläche ein Drehzahlsensor vorgesehen ist, der die Drehfrequenz der Walze mißt, und daß die Steuereinrichtung jeden Aktuator mit der Drehfrequenz und/oder mindestens einem aus der Drehfrequenz generierten ganzzahligen Vielfachen der Drehfrequenz ansteuert.

[0013] Vorzugsweise ist ein Sensor für die Beschleunigungen und/oder Bewegungen der jeweiligen Walze über der Oberfläche der Walze, insbesondere in der Walzenmitte, angeordnet, wobei der Sensor ein Abstandssensor, vorzugsweise ein kapazitiver Abstandssensor ist, dem ein Korrektursensor für die Eigenbeschleunigungen bzw. Eigenbewegungen des Sensors zugeordnet ist. Der Korrektursensor für die Eigenbeschleunigung bzw. Eigenbewegung des Sensors ist erforderlich, weil in aller Regel eine Lagerung des Sensors für die Beschleunigung bzw. Bewegung der jeweiligen Walze nicht absolut ruhend angeordnet

werden kann, sondern beispielsweise an einem Maschinengerüst gelagert werden muß, das seinerseits schwingt. Wenn die jeweils beobachtete Walze keine einfache Biegeschwingungen aufgrund der Kontaktschwingungen vollführt, sondern in der Walzenmitte einen Schwingungsknoten zeigt, wird der Sensor vorzugsweise im Bereich eines Viertels der Walzenlänge angeordnet. Vorzugsweise wird der Sensor so angeordnet, daß er die Beschleunigungen bzw. Bewegungen der Walzen der durch die beiden Drehachsen definierten Ebene senkrecht zu der Drehachse der beobachteten Walzen registriert. Wenn hierfür keine Anbringungsmöglichkeiten des Sensors gegeben sind, besteht manchmal die Möglichkeit, den Sensor auch senkrecht zu der durch die Drehachsen definierten Ebene anzuordnen, weil in dieser Richtung von den Schwingungen in der Ebene abhängige Schwingungskomponenten beobachtet werden können, beispielsweise bei einer elliptischen Bewegung der beobachteten Walze.

[0014] Wenn die Lager der beiden Walzen der Walzenanordnung um eine Schwenkachse auseinander-schwenkbar sind, sind der oder die Aktuatoren vorzugsweise tangential zu der Schwenkachse angeordnet.

[0015] Auf welche Vielfachen der Drehfrequenz der Walze mit der sich potentiell verformenden Oberfläche sich die Steuereinrichtung konzentriert, kann fest vorgegeben sein. Es ist aber auch ohne weiteres möglich, daß die Steuereinrichtung bei Betriebsbeginn eine Systemidentifikation durchführt und dabei die für die Walzenanordnung relevanten Resonanzen ermittelt und daraufhin die Vielfachen der Drehfrequenz in Abhängigkeit von der Drehfrequenz selbst festlegt.

[0016] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert und beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine prinzipielle Anordnung zur Durchführung des neuen Verfahrens,

Fig. 2 eine Ansteuerung der Aktuatoren bei einem Versuchsaufbau mit der Anordnung gemäß Fig. 1 und

Fig. 3 die Beschleunigung einer der beiden Walzen des Versuchsaufbaus mit der Anordnung gemäß Fig. 1 aufgrund der Ansteuerung der Aktuatoren gemäß Fig. 2.

[0017] Die in Fig. 1 dargestellte Walzenanordnung 1 weist eine erste Walze 2 und eine zweite Walze 3 auf, die parallel zueinander ausgerichtet sind und direkt oder indirekt aneinander anliegen. Der Fall des direkten Anliegens ist beispielsweise dann gegeben, wenn die Walze 3 eine Stützwalze für die Walze 2 ist. Der Fall des indirekten Aneinanderliegens ist beispielsweise dann gegeben, wenn die Walzen 2 und 3 die Walzen eines

Papierstreichapparats sind, zwischen denen eine Papierbahn hindurchgeführt wird. Die Walzen 2 und 3 laufen gegensinnig um ihre Drehachsen 4 und 5 um. Dabei kann es beispielsweise durch Unwuchten und Unrundheiten zu Kontaktschwingungen kommen. Die Kontaktschwingungen der Walzen 2 und 3 weisen besonders große Amplituden auf, wenn durch die erzwungenen Kontaktsschwingungen irgendeine sich auf die Walzen 2 und 3 auswirkende Resonanz angeregt wird. Hierbei handelt es sich typischerweise um eine höhere Harmonische der Drehfrequenz einer der beiden Walzen 2 oder 3. Im vorliegenden Fall soll gelten, daß die Oberfläche 6 der Walze 2 durch die Kontaktschwingungen eine zunehmende periodische Verformung erleidet, wobei die Periode der Verformung dem angesprochenen Vielfachen ihrer Drehfrequenz entspricht. Die Oberfläche 7 der Walze 3 ist demgegenüber von Verformungen ihrer Oberfläche aufgrund der Kontaktschwingungen weit weniger oder überhaupt nicht betroffen, wobei die Oberflächen 6 und 7 dennoch aus demselben Material ausgebildet sein können. Um die Kontaktschwingungen der Walzen 2 und 3 zu unterdrücken, sind zwischen den endseitigen, aber hier nicht selbst dargestellten Lagern an den Walzen 2 und 3 Aktuatoren 8 angeordnet, mit denen Ausgleichskräfte für die Kontaktschwingungen aufbringbar sind. Die Aktuatoren 8 werden von einer Steuereinrichtung 9 über ein Ansteuersignal 10 angesteuert. Die Ansteuerung erfolgt in Abhängigkeit von einem Drehzahl-signal 11 eines Drehzahlsensors 12 und in Abhängigkeit von einem Wegsignal 13 eines Abstandssensors 14. Der Drehzahlsensor 12 erfaßt die Drehfrequenz der Walze 2 mit der sich potentiell verformenden Oberfläche 6. Hieraus bestimmt die Steuereinrichtung 9 die Frequenzen, mit denen die Aktuatoren 8 angesteuert werden. Hierbei handelt es sich um ein oder mehrere ganzzahlige Vielfache der Drehfrequenz einschließlich der Drehfrequenz selbst. Insbesondere handelt es sich um die Frequenz, die der potentiellen periodischen Verformung der Oberfläche 6 der Walze 2 entspricht. Unter Verwendung der aus dem Drehzahl-signal 11 festgelegten Frequenzen erzeugt die Steuerung 9 ein Ansteuersignal, das für jede der Frequenzen einen sinusförmigen Anteil aufweist. Die Phase und die Amplitude dieses Ansteuersignals werden mit der Steuereinrichtung 9 in Abhängigkeit von dem Wegsignal 13 des Abstandssensors 14 festgelegt. Der Abstandssensor 14 erfaßt etwa im Bereich der Walzenmitte der Walze 3 auf der der Walze 2 abgekehrten Seite der Walze 3 die Bewegungen der Walze 3 aufgrund der Kontaktschwingungen. Wenn diese Bewegungen durch die Ausgleichskräfte der Aktuatoren 8 kompensiert werden, werden alle negativen Auswirkungen der Kontaktschwingungen unabhängig von ihrer Erregung beseitigt. Da es geradezu unmöglich ist, den Abstandssensor 14 ruhend gegenüber einem Inertialsystem anzuordnen, ist dem Abstandssensor 14 ein Korrektursensor 15 zugeordnet, der ein Korrektursignal 16 an die Steuereinrichtung 9

abgibt. Basierend auf einer Beschleunigungsmessung bietet der Korrektursensor 15 die Möglichkeit, die Eigenbewegungen des Sensors von dem Wegsignal 13 abzuziehen, um die reine Bewegung der Walze 3 gegenüber dem Inertialsystem zu extrahieren. Die Anzahl der Frequenzen, mit denen die Steuereinrichtung 9 die Aktuatoren 8 ansteuert, bei denen es sich jeweils um ein ganzzahliges Vielfaches der Drehfrequenz der Walze 2 handelt, beträgt typischerweise 1 bis 5, je nach dem, wie breit der Bereich der Resonanz ist. Wenn beispielsweise drei ganzzahlige Vielfache der Drehfrequenz in den Kernbereich dieser Resonanz fallen, erfolgt die Ansteuerung des Aktuators mit drei unterschiedlichen Frequenzen. Durch die Ausgleichskräfte der Aktuatoren 8 ist es möglich, das Auftreten sogenannter Rattermarken an der zur Verformung ihrer Oberfläche 6 neigenden Walze 2 zu verhindern, wenn diese eine harte Oberfläche aufweist, oder das Auftreten von elastischen, aber sich während des Betriebs der Walzenanordnung 1 nicht zurückstellenden Verformungen der Oberfläche 6 zu verhindern, wenn diese weich, d. h. beispielsweise aus einem Elastomerwerkstoff ausgebildet ist. Dieser Fall tritt beispielsweise bei Druckmaschinen oder auch bei Papierbeschichtungsmaschinen auf.

[0018] Der den Fig. 2 und 3 zugehörige Versuchsaufbau entspricht der Anordnung gemäß Fig. 1, wobei die Oberfläche 6 der Walze 2 aus einem Elastomerwerkstoff ausgebildet ist. Fig. 2 zeigt die Spannung des Ansteuersignals 10 für die Aktuatoren 8, bei denen es sich um Linearmotoren handelt. Fig. 3 zeigt die bei dem Ansteuersignal 10 gemäß Fig. 2 aus dem Wegsignal 13 und dem Korrektursignal 16 ermittelten Beschleunigungen der Oberfläche 7 der Walze 3 in der von den beiden Drehachsen 4 und 5 festgelegten Ebene. Das Ansteuersignal 10 führt die Beschleunigungen der Walze 3 sehr schnell auf einen unschädlichen Rest zurück. Das Ansteuersignal 10 wird dabei immer kleiner, wobei die Abnahme des Ansteuersignals 10 mit der Rückformung der elastischen Oberfläche 6 der Walze 2 in eine Rundform einhergeht. Sobald das Ansteuersignal 10 ausgeschaltet wird, wachsen die Beschleunigungen der Walze 3 sofort wieder an. Gleichzeitig wird eine zunehmende periodische Verformung der Oberfläche 6 beobachtet, die ihrerseits in Form einer Rückkopplung die Kontaktschwingungen vergrößert.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

[0019]

- 1 - Walzenanordnung
- 2 - Walze
- 3 - Walze
- 4 - Drehachse
- 5 - Drehachse
- 6 - Oberfläche
- 7 - Oberfläche

- 8 - Aktuator
- 9 - Steuereinrichtung
- 10 - Ansteuersignal
- 11 - Drehzahlsignal
- 12 - Drehzahlsensor
- 13 - Wegsignal
- 14 - Abstandssensor
- 15 - Korrektursensor
- 16 - Korrektursignal

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum aktiven Unterdrücken von Kontaktschwingungen an Walzenanordnungen, insbesondere an Papierstreichapparaten, mit zwei parallel ausgerichteten, direkt oder indirekt aneinander anliegenden Walzen, von denen insbesondere eine ohne aktives Unterdrücken der Kontaktschwingungen eine zunehmende periodische Verformung ihrer Oberfläche zeigt, wobei Kräfte auf mindestens eine, Beschleunigungen mindestens einer und/oder Bewegungen mindestens einer der beiden Walzen gemessen werden und wobei Ausgleichskräfte in Abhängigkeit von den gemessenen Kräften, Beschleunigungen und/oder Bewegungen aufgebracht werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Drehfrequenz der Walze (2) mit der sich potentiell insbesondere verformenden Oberfläche (6) bestimmt wird und daß die Ausgleichskräfte mit der Drehfrequenz und/oder mindestens einem aus der Drehfrequenz generierten ganzzahligen Vielfachen der Drehfrequenz zwischen den beiden Walzen (2 und 3) aufgebracht werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einer der Walze (2) mit der sich potentiell insbesondere verformenden Oberfläche (6) abgekehrten Richtung die Kräfte auf, die Beschleunigungen der und/oder die Bewegungen der anderen Walze (3) gemessen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Beschleunigungen und/oder Bewegungen der jeweiligen Walze (2 oder 3) in der Walzenmitte gemessen werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kräfte auf, die Beschleunigungen der und/oder die Bewegungen der jeweiligen Walze (2 oder 3) für die Festlegung der Ausgleichskräfte nur in einem Frequenzband um die Frequenz der potentiellen periodischen Verformung der Walze (2)

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kräfte auf, die Beschleunigungen der und/oder die Bewegungen

der jeweiligen Walze (2 oder 3) für die Festlegung der Ausgleichskräfte nur in einem Frequenzband um die Frequenz der potentiellen periodischen Verformung der Walze (2) mit der sich potentiell insbesondere verformenden Oberfläche (6) betrachtet werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ausgleichskräfte mit 1 bis 5, insbesondere 1, 3 oder 5, verschiedenen ganzzahligen Vielfachen der Drehfrequenz aufgebracht werden, die in einem Frequenzband um die Frequenz der potentiellen periodischen Verformung der Walze (2) mit der sich potentiell insbesondere verformenden Oberfläche (6) liegen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ausgleichskräfte senkrecht zu dem Anlagebereich der beiden Walzen (2 und 3) aufgebracht werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kräfte auf, die Beschleunigungen der und/oder die Bewegungen der jeweiligen Walze (2 oder 3) für die Festlegung der Ausgleichskräfte in mehreren, in Längsrichtung der Walze (2 bzw. 3) untereinander beabstandeten Punkten gemessen werden und daß in Abhängigkeit davon in mehreren in Längsrichtung der Walzen (2 und 3) untereinander beabstandeten Bereichen separat festgelegte Ausgleichskräfte aufgebracht werden.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 mit einer Walzenanordnungen, die zwei parallel ausgerichtete, direkt oder indirekt aneinander anliegende Walzen aufweist, von denen insbesondere eine ohne aktives Unterdrücken der Kontaktschwingungen eine zunehmende periodische Verformung ihrer Oberfläche zeigt, wobei für Kräfte auf mindestens eine, Beschleunigungen mindestens einer und/oder Bewegungen mindestens einer der beiden Walzen mindestens ein Sensor vorgesehen ist und wobei für das Aufbringen von Ausgleichkräften mindestens ein Aktuator vorgesehen ist, den eine Steuereinrichtung in Abhängigkeit von den gemessenen Kräften, Beschleunigungen und/oder Bewegungen angesteuert, **dadurch gekennzeichnet**, daß für die Walze (2) mit der sich potentiell insbesondere verformenden Oberfläche (6) ein Drehzahlsensor (12) vorgesehen ist, der die Drehfrequenz der Walze (2) mißt, und daß die Steuereinrichtung (9) jeden Aktuator (8) mit der Drehfrequenz und/oder mindestens einem aus der Drehfrequenz generierten ganzzahligen Vielfachen der Drehfrequenz ansteuert.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Sensor für die Beschleunigungen und/oder Bewegungen der jeweiligen Walze (2 oder 3) über der Oberfläche (6 bzw. 7) der Walze, insbesondere in der Walzenmitte, angeordnet ist, wobei der Sensor ein Abstandssensor (14), vorzugsweise ein kapazitiver Abstandssensor ist, dem ein Korrektursensor (15) für die Eigenbeschleunigungen bzw. Eigenbewegungen des Sensors zugeordnet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lager der beiden Walzen (2 und 3) um eine Schwenkachse auseinander-schwenkbar sind und daß der oder die Aktuatoren (8) tangential zu der Schwenkachse (21) angeordnet sind.

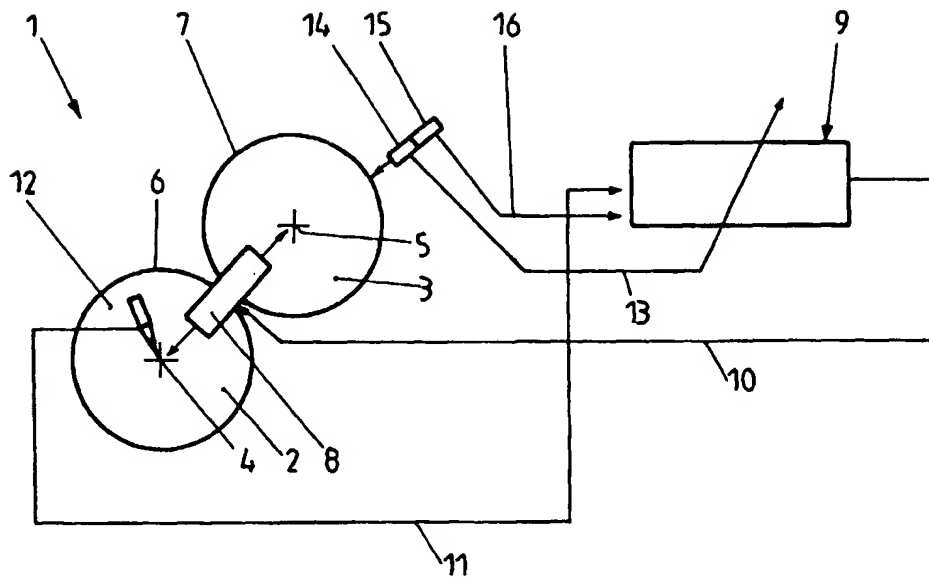


Fig. 1

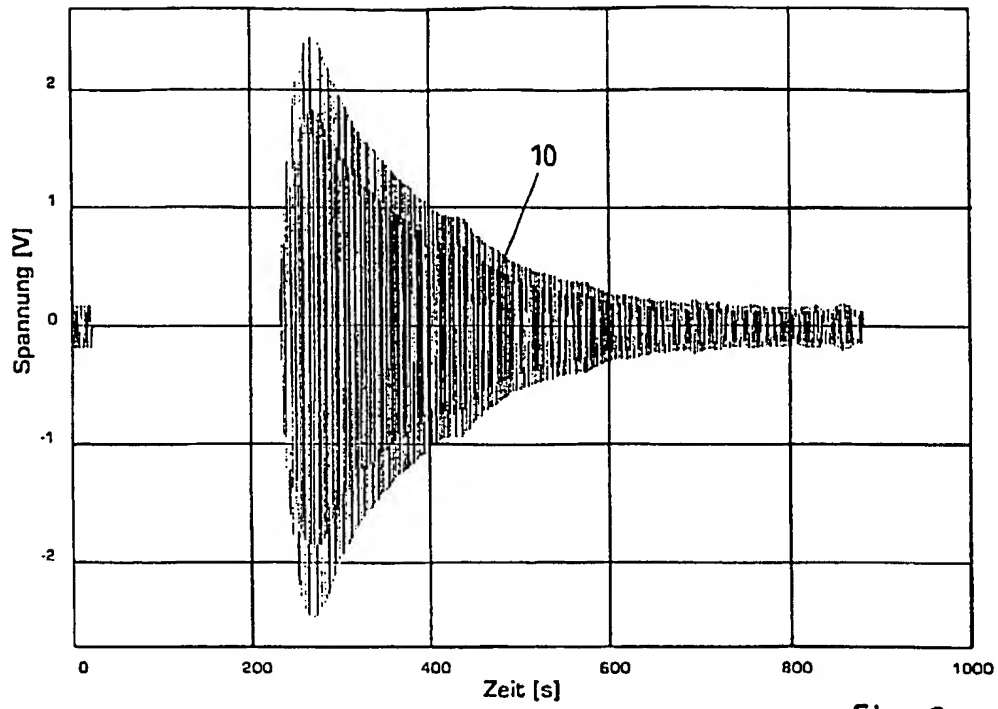


Fig. 2

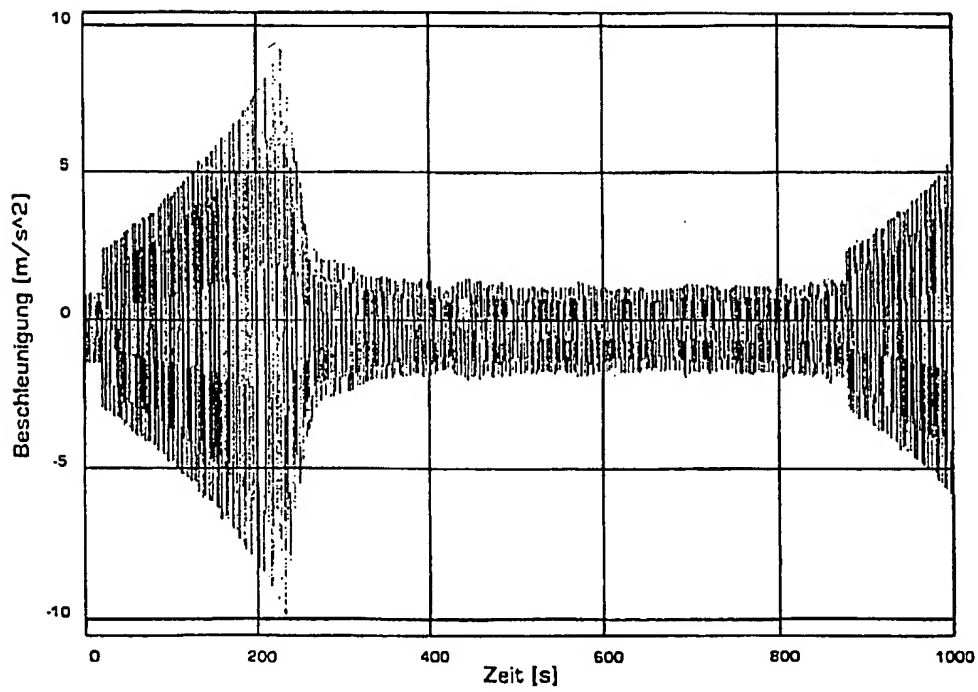


Fig. 3





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 10 9654

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP 0 425 352 A (MATRA SEP IMAGERIE INF) 2. Mai 1991 (1991-05-02) * das ganze Dokument *	1,8	B41F13/08 F16F15/00
D,A	WO 97 03832 A (BOETTCHER GMBH & CO FELIX ;DLR DEUTSCHE FORSCHUNGSANSTALT (DE); WE) 6. Februar 1997 (1997-02-06) * das ganze Dokument *	1,8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B41F F16F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>26. Juli 1999</b>	Prüfer <b>Madsen, P</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung eingeführtes Dokument L : aus anderen Gründen eingeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur	

EPO FORM 1503 (03.02.1994)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 10 9654

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Daten des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-07-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0425352	A	02-05-1991	FR	2653514 A	26-04-1991
			DE	69015572 D	09-02-1995
			DE	69015572 T	04-05-1995
WO 9703832	A	06-02-1997	AU	6614196 A	18-02-1997

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82